



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 28 279 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
F 02 D 43/00
F 02 D 41/00

②① Aktenzeichen: 198 28 279.6
②② Anmeldetag: 25. 6. 98
④③ Offenlegungstag: 30. 12. 99

DE 198 28 279 A 1

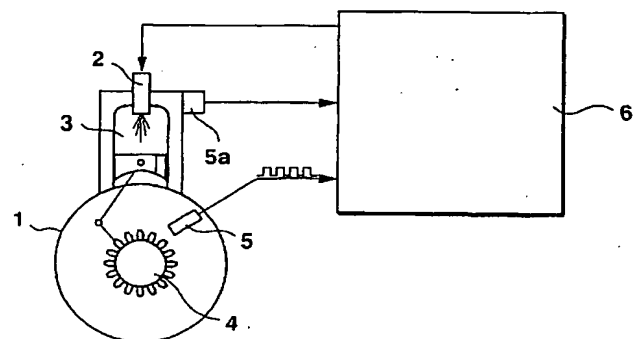
⑦① Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Uhl, Stephan, 71696 Möglingen, DE; Miller, Stefan,
71336 Waiblingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Gleichstellung der zylinderindividuellen Drehmomentenbeiträge beim mehrzylindrigen Verbrennungsmotor

⑤⑦ Vorgestellt wird eine elektronische Steuereinrichtung für eine Größe, die die Laufunruhe eines Verbrennungsmotors zylinderindividuell beeinflusst, mit je einem Regler für jeden Zylinder, dem eingangsseitig ein zylinderindividuelles Laufunruhesignal zugeführt wird und der ausgangsseitig ein zylinderindividuelles Korrektursignal ausgibt, das mit der genannten Größe verknüpft wird, wobei die zylinderindividuellen Korrektursignale gemeinsam so bearbeitet werden, daß einer zylinderindividuellen Störung durch Korrekturingriffe in allen Zylindern entgegengewirkt wird, wobei die Betriebspunktverschiebung in den nicht problembehafteten Zylindern durch eine gegenläufig wirkende, alle Zylinder global erfassende weitere Korrektur kompensiert wird.



DE 198 28 279 A 1

5 Die Erfindung betrifft die Gleichstellung der Beiträge der einzelnen Zylinder zum Gesamtdrehmoment eines Verbrennungsmotor. Dabei kann es sich beispielsweise um einen Otto- oder einen Dieselmotor handeln. Eine Erfassung des Istmomentes eines Zylinders erfolgt über eine Auswertung des zeitlichen Verlaufs der Kurbel- oder Nockenwellendrehung. Eine Momentenkorrektur erfolgt über einen Eingriff auf wenigstens eine der Größen eingespritzte Kraftstoffmenge, Zündzeitpunkt beim Ottomotor, Abgasrückführrate oder Einspritzlage. Der Begriff Einspritzlage bezieht sich auf die
 10 winkelmäßige Lage eines Einspritzimpulses zu einem Bezugspunkt, beispielsweise dem oberen Totpunkt des Kolbens eines Zylinders in seinem Verbrennungstakt.

Ein Verfahren zur Zylindergleichstellung ist bereits aus der EP 140 065 bekannt. Zur Auswertung des zeitlichen Verlaufs der Drehbewegung der Kurbel- oder Nockenwelle werden bei den bekannten Verfahren Segmentzeiten erfaßt. Segmentzeiten sind die Zeiten, in denen die Kurbel- oder Nockenwelle einen vorbestimmten Winkelbereich überstreicht, der
 15 einem bestimmten Zylinder zugeordnet ist. Je gleichmäßiger der Motor läuft, desto geringer fallen die Unterschiede zwischen den Segmentzeiten der einzelnen Zylinder aus. Aus den genannten Segmentzeiten läßt sich daher ein Maß für die Laufunruhe des Motors bilden. Bei den bekannten Verfahren ist jedem Zylinder des Verbrennungsmotors eine Regelung zugeordnet, der als Eingangssignal ein zylinderindividueller Laufunruhe-Istwert zugeführt wird. Zur Bildung des Regelsollwertes werden die Laufunruhowerte mehrerer Zylinder gemittelt. Der Mittelwert dient als Sollwert. Ausgangsseitig
 20 beeinflußt der Regler die zylinderspezifische Einspritzzeit und damit den zylinderindividuellen Drehmomentbeitrag so, daß sich der zylinderindividuelle Laufunruhe-Istwert dem Sollwert annähert.

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der weiteren Optimierung der Zylindergleichstellung. Ein besonderer Bedarf für eine Zylindergleichstellungsfunktion besteht insbesondere beim direkteinspritzenden Ottomotor. Dies

Die Blöcke 2.4 und 2.5 zusammen repräsentieren einen PI-Regler R1 für den Zylinder Nr. 1. Die Ausgangsgröße des Reglers wird mit einem Vorsteuerwert aus dem Block 5.6 zu einer Stellgröße r_1 verknüpft.

Auf analoge Weise erzeugen weitere PI-Regler P2 bis Pz Stellgrößen r_2 bis r_z für alle z Zylinder des Verbrennungsmotors. Diese Stellgrößen werden dem Block 5.7 zugeführt.

Alternativ kann die Bildung von Regelstellgrößen auch über eine Mustererkennung erfolgen. Viel bzw. wenig Moment abgebende Zylinder können beim Vierzylinder fünf verschiedene typische Verhaltensmuster ausprägen:

1. Alle LUT-Werte sind kleiner oder gleich Null. Dies bedeutet, daß alle Zylinder gleiches Moment abgeben.
2. Einem positiven LUT-Wert folgen drei negative LUT-Werte nach. Das bedeutet, daß der Zylinder mit dem positiven LUT-Wert zu wenig Moment abgibt.
3. Positive und negative LUT-Werte wechseln sich ab. Dies bedeutet, daß zwei weniger Moment abgebende Zylinder vorhanden sind, die in der Zündfolge um 360° Kurbelwellenwinkel versetzt sind.
4. Auf zwei positive LUT-Werte folgen zwei negative LUT-Werte. Dies bedeutet, daß zwei Zylinder weniger Moment abgeben, die in der Zündfolge um 180° Kurbelwellenwinkel versetzt sind.
5. Es treten drei positive und ein negativer Wert auf. Dies bedeutet, daß drei Zylinder zuwenig Moment abgeben und ein Zylinder deutlich zuviel Moment abgibt. Ursache kann eine starke Anfettung durch einen Einspritzventilfehler in dem Zylinder sein, der zuviel Moment abgibt.

Abhängig vom erkannten Muster und vom Betrag der einzelnen gefilterten und ungefilterten LUT-Werte können am Motor folgende Eingriffe einzeln oder in Kombination durchgeführt werden:

1. Verlängerung der Einspritzzeit der Zylinder, die weniger Moment abgeben, bei gleichzeitiger Verkürzung der Einspritzzeit der Zylinder, die mehr Moment abgeben. Dabei wird die Verlängerung bzw. die Verkürzung so berechnet, daß die Gesamtkraftstoffmenge nicht beeinträchtigt wird, d. h. das der Lambdawert des Gemisches, mit dem der

DE 198 28 279 A 1

werden, ob der Betriebspunkt mit einem globalen Faktor nach oben oder unten korrigiert werden muß. Global bedeutet in diesem Zusammenhang, daß die Korrektur nicht zylinderindividuell wirkt, sondern alle Zylinder erfaßt, also gewissermaßen global wirkt. Da die Betriebspunktadaption global auf alle Zylinder wirkt, hat sie keinen Einfluß auf das Verhalten der einzelnen Zylindergleichstellungs-PI-Regler, verändert aber die ausgegebene Einspritzzeit um den definierten Arbeitsbereich. Die Aktualisierung dieses Betriebspunktadaptionsfaktors erfolgt nur langsam und muß bedeutend langsamer geschehen als die PI-Regler arbeiten.

Das folgende Beispiel verdeutlicht die Arbeitsweise der Betriebspunktadaption:

– Zylinder 1 setzt 24% weniger Kraftstoff in Drehmoment um, der Motor gibt also insgesamt 6% weniger Drehmoment ab. Bevor dieser Effekt in die Regelung eingeht, besitzen die Faktoren, die direkt auf die ausgegebene Einspritzzeit wirken, folgende Werte:

Zylinder 1	Zylinder 2	Zylinder 3	Zylinder 4
1	1	1	1

Die vier PI-Regler verteilen nun die ausgegebenen Einspritzzeiten so unter Beibehaltung der Summe aller Einspritzzeiten solange auf die Zylinder, bis sie gleichgestellt sind. Gleichstellung zeigt hier, daß die verschiedenen Zylinder gleiche Laufunruhwerte besitzen. Es hat sich dann folgender Einspritzkorrekturfaktorenverteilung eingestellt:

Zylinder 1	Zylinder 2	Zylinder 3	Zylinder 4
1,18	0,94	0,94	0,94

Der Betriebspunkt der intakten Zylinder 2, 3 und 4 hat sich dadurch um 6% verschoben, der defekte Zylinder ist bis auf 6% wieder hergestellt.

Die Betriebspunktadaption führt nun durch globales, d. h. für alle Zylinder einheitliches Anfeuchten um

DE 198 28 279 A 1

trieb geöffnet.

Das Vorsteuererkennungsfeld 3.1 besitzt X-Drehzahl und Y-Laststützpunkte. Mit einer 4-Punkte-Interpolation wird für jeden Drehzahl/Lastpunkt ein Vorsteuerwert ermittelt. Die Adaption der Vorsteuererkennungsfelder erfolgt mit dem Adaptionstakt im Mittel 3.2, das bspw. als Tiefpaßfilter realisiert sein kann. Die Schrittweite der Adaption hängt von der aktuellen Differenz zwischen Vorsteuerung und Reglereingriff ab. Diese Differenz ist Null, wenn die Vorsteuerung exakt den Ausgängen der PI-Regler entspricht.

Wie bereits eingangs erwähnt, beruht das Verfahren darauf, daß die Summe der Laufunruhwerte über zwei Kurbelwellenumdrehungen gleich Null ist. Durch numerische Fehler und Drehzahldynamik ist diese Summe aber leicht restpositiv und führt daher langfristig, d. h. in Zeiträumen größer 15 Minuten, dazu, daß die I-Anteile der PI-Regler der einzelnen Zylinder langsam gemeinsam gegen den oberen Anschlag laufen. Dies wird durch einen Kompensationsintegrator vermieden: Durch die additive Berücksichtigung eines Verfahrenskompensationswertes in den Istwerten aller PI-Regler wird dies abhängig vom Status der I-Anteile, d. h. von deren Summe, erreicht.

Patentansprüche

Elektronische Steuereinrichtung für eine Größe, die die Laufunruhe eines Verbrennungsmotors zylinderindividuell beeinflusst, mit je einem Regler für jeden Zylinder, dem eingangsseitig ein zylinderindividuelles Laufunruhesignal zugeführt wird und der ausgangssseitig ein zylinderindividuelles Korrektursignal ausgibt, das mit der genannten Größe verknüpft wird, wobei die zylinderindividuellen Korrektursignale gemeinsam so bearbeitet werden, daß einer zylinderindividuellen Störung durch Korrektur Eingriffe in allen Zylindern entgegengewirkt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Betriebspunktverschiebung in den nicht problembehafteten Zylindern durch eine gegenläufig wirkende, alle Zylinder global erfassende weitere Korrektur kompensiert wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

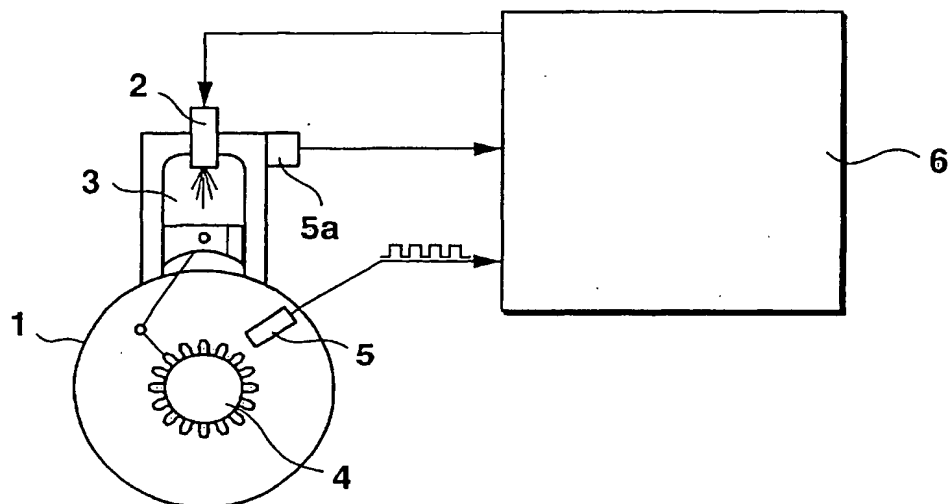


Fig. 3

